Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen
Direktor: Professor Dr. S. Weller

ARTHRODESEN DER FINGERMITTEL– UND ENDGELENKE UNTER BESONDERER BERÜCK–SICHTIGUNG DER SCHRAUBENARTHRODESE

INAUGURAL–DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard–Karls–Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Horst Jacoby
aus Hornkaten

1978

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen
Direktor: Professor Dr. S. Weller

ARTHRODESEN DER FINGERMITTEL– UND ENDGELENKE UNTER BESONDERER BERÜCK–SICHTIGUNG DER SCHRAUBENARTHRODESE

INAUGURAL–DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard–Karls–Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Horst Jacoby
aus Hornkaten

1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. H.–E. Hoffmeister
Berichterstatter: Professor Dr. S. Weller
(Professor Dr. H. Mau)

Geschrieben und gedruckt bei Fa. H.–J. Köhler, Reprografischer Betrieb, Neue Straße 11, 7400 Tübingen

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	1
2. ALLGEMEINER TEIL	2
2.1. Voraussetzungen für die Arthrodese	2
2.2. Technik der Arthrodese	3
3. SPEZIELLER TEIL	10
3.1. Eigene Untersuchungen	10
3.1.1. Patientengut	10
3.1.2. Verteilung auf die verschiedenen Gelenke	10
3.1.3. Verteilung auf die verschiedenen Techniken	10
3.1.4. Zeitpunkt der Arthrodesen	11
3.1.5. Indikationen zur Arthrodese	11
3.1.6. Spezielle Indikationsstellung	12
3.1.7. Spezielle Operationstechnik	12
3.1.8. Nachbehandlung	13
3.1.9. Methode der Auswertung	14
3.2. Eigene Ergebnisse und Auswertung	14
3.2.1. Knöcherne Durchbauung der Arthrodesen	14
3.2.2. Ursachen für die Pseudarthrosenbildung	16
3.2.3. Infektionen	18
3.2.4. Weichteilschäden	18
3.2.5. Knochenausbrüche	19
3.2.6. Schraubengröße	19
3.2.7. Resektionswinkel	20
3.2.8. Zeitdauer bis zur knöchernen Heilung	20
3.2.9. Kasuistik typischer Fälle	21
4. DISKUSSION	27
5. ZUSAMMENFASSUNG	31
6. LITERATURVERZEICHNIS	32

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536519_0098

1. EINLEITUNG

Arthrodesen der Fingergelenke gehören zu den häufigsten Eingriffen in der Handchirurgie. Sie werden dann erforderlich, wenn Gelenke ihre ursprüngliche Funktion, nämlich eine schmerzfreie Bewegung in einem vorgegebenen Rahmen, nicht mehr ausführen können. Die Ursachen dieser Funktionseinbuße sind

Schädigung des Knochens und des Knorpels durch traumatische, entzündliche, oder degenerative Einflüsse,
Schädigung des Kapselbandapparates,
Schädigung der Sehnen,
Schädigung der Muskeln oder der sie versorgenden Nerven.

Eingriffe zur Wiederherstellung der Bewegungsfunktion können an den Fingergelenken nur in begrenztem Umfang durchgeführt werden, da ihre Kleinheit und ihr anatomischer Aufbau hier Grenzen setzen. Auch über Arthroplastiken werden im allgemeinen schlechte Ergebnisse berichtet mit Ausnahme an den Metacarpophalangealgelenken bei Rheumatikern. Durch die Versteifung des Gelenkes in einer günstigen Stellung soll eine möglichst gute Einordnung des verletzten Gliedes in den Gesamtbewegungsablauf der Hand erreicht werden. Als Operationstechnik für die Versteifung eines Fingergelenkes wurden bisher viele verschiedene Methoden angegeben.

In der vorliegenden Arbeit werden 356 Fingergelenksarthrodesen untersucht, die an der Handchirurgischen Abteilung der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen von 1972 bis Mai 1977 durchgeführt wurden. Es wurde vor allem die Technik der Zugschraubenarthrodese angewandt und es soll überprüft werden, ob jetzt, nach 6 Jahren, die günstigen Ergebnisse dieser Methode bestätigt werden können und ob sich spezielle Probleme bei Anwendung dieser Technik ergeben.

2. ALLGEMEINER TEIL

2.1. Voraussetzungen für die Arthrodese

Von einer Arthrodese sprechen wir, wenn ein Gelenk knöchern versteift wird. Eine Voraussetzung für den knöchernen Durchbau eines Gelenkes ist die Entfernung des Gelenkknorpels. Erst dann kann der Gelenkspalt durch Knochenneubildung überbrückt werden. Als weitere Voraussetzung für die knöcherne Durchbauung des Gelenkes gilt die Ruhigstellung über eine genügend lange Zeit. Bei dauernder Einwirkung von mechanischen Störkräften kann die Ossifikation der zunächst pluripotenten Zellen nicht fortschreiten, sondern es wird faseriges Bindegewebe und Faserknorpel gebildet. Die Schub-, Scher- und Stauchkräfte behindern außerdem das Eindringen von Blutgefäßen in das interfragmentäre Gewebe. Damit kommt es schließlich zur Entstehung einer Pseudarthrose. Dieser Begriff aus der Frakturenlehre ist hier gerechtfertigt, da es sich um den gleichen physiologischen Vorgang handelt, auch wenn das "Falschgelenk" sich an der Stelle eines ehemaligen Gelenkes befindet. Als dritter wichtiger Punkt sind biologische Faktoren anzusehen, vor allem eine Minderdurchblutung des Knochens. Bei devitalisierten Knochenfragmenten ist mit Knochenneubildung selbst bei exakter Ruhigstellung nicht zu rechnen. Vor allem bei Trümmerfrakturen treten solche lokalen Bionekrosen auf, ebenso wie bei Infektionen.

Folgende Gesichtspunkte müssen beachtet werden, wenn ein Gelenk versteift werden soll:

die beiden Fragmente müssen mechanisch fest gegeneinander stabilisiert sein
der interfragmentare Spalt muß möglichst klein sein
der Knochen muß biologisch aktiv sein.

2.2. Technik der Arthrodese

Zur Stabilisierung stehen grundsätzlich zwei Verfahren zur Auswahl:

Die Ruhigstellung durch äußere Schienen
Die Ruhigstellung durch direkt am Knochen angreifende innere Schienen.

Die äußere Schienung erfolgt meistens durch einen Gipsverband und hat den Nachteil, daß auch benachbarte Gelenke, eventuell die ganze Hand ruhiggestellt werden müssen. Außerdem sind kleine Bewegungen nie auszuschließen und es kommt manchmal zu Hautreizungen. Ein Vorteil ist das Fehlen von Fremdmaterial im Arthrodesebereich. Angewandt wird die alleinige Gipsruhigstellung nur noch bei schweren Infektionen.

Bei den direkt am Knochen angreifenden Methoden sind zu unterscheiden die Stabilisierung durch Metall in Form von Schrauben und Drähten, die Stabilisierung durch autologe oder homologe Knochenspäne und die Stabilisierung durch schreinermäßiges Ineinanderpassen der zugerichteten Knochenenden. Als Knochenspäne werden heute überwiegend autologe Späne verwendet, entweder als Spongiosaspäne oder, wenn eine größere Stabilität gewünscht wird, als corticospongiöse Späne. Die Knochenspäne werden durch Resorption und Umbau nach Art des schleichenden Ersatzes eingebaut. Dabei weist die Spongiosa, vor allem des Beckenkamms, die größte osteogenetische Potenz auf. Sie gewinnt am schnellsten Anschluß an das umgebende Gewebe und wird nur in geringem Ausmaß resorbiert. Die reinen Corticalisspäne, die früher aus Stabilitätsgründen benutzt wurden, werden heute kaum noch angewandt. Die Stabilität wird durch zusätzliche Osteosynthese in Ergänzung zur Spongiosaplastik hergestellt.

Es wurde bisher eine Vielzahl verschiedener Arthrodesetechniken angegeben.

Die einfachste und früher am häufigsten verwendete Technik ist die Fixation mit gekreuzten Kirschnerdrähten, wie sie z.B. von BUNNEL[2] SEEWALD[17] und anderen empfohlen wird. VAINIO und GRANOWITZ[6] berichteten 1966 über 122 Arthrodesen der Fingergelenke bei Rheumatikern. 93,5 % ihrer Arthrodesen wurden fest. Ein Nachteil dieser Arthrodesetechnik ist die mangelnde Stabilität, so daß postoperativ eine Ruhigstellung im Gipsverband erforderlich ist.

Von BRITTAIN und CAMPBELL[3] wird die Versteifung mit einem Knochenspan empfohlen. MOBERG[10] berichtete 1960 ebenfalls über 150 Fingergelenksarthrodesen. Er stabilisierte die Gelenke meistens mit einem Knochenspan und beobachtete eine schnellere Konsolidierung als bei anderen Methoden. Die Ruhigstellung im Gips erfolgte für 4 bis 6 Wochen oder mehr. Als Heilungszeit gab er 8 bis 10 Wochen an.

1960 veröffentlichte CARROLL[4] seine Erfahrungen mit 635 Fingergelenksarthrodesen, die er im Verlauf von 15 Jahren durchführte. Er bolzte die Knochen ineinander und fixierte sie außerdem mit einem Kirschnerdraht. Die Pseudarthrosenrate betrug 5 %, bei Ausschluß von Spastikern nur 2 %. Auch CARROLL stellte die Gelenke 6 Wochen lang im Gips ruhig.

Um die Gipsbehandlung zu umgehen wurden mehrere Methoden empfohlen:
STELLBRINK[20] schlug die Kompression mit äußeren Spannern vor, wie sie an großen Gelenken schon seit langem benutzt werden. Es ist mit dieser Methode ein sicherer knöcherner Durchbau möglich, jedoch werden die Bewegungen der anderen Finger durch den Apparat behindert.

Eine Abwandlung dieser äußeren Fixation beschreibt ROSSAK[15]. Zwei perkutan eingebohrte Kirschnerdrähte werden miteinander verzwirbelt. Als Vorteil wird die Möglichkeit angegeben, bei Nachlassen der interfragmentaren Spannung jederzeit nachdrehen zu können. Bei

10 Patienten war die Konsolidierung der Arthrodese nach 6 Wochen eingetreten.

Das Kleinfragmentinstrumentarium der Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen eröffnete neue Möglichkeiten für die Versteifung der Fingergelenke.

Mit einer dorsalseitig angelegten Platte läßt sich eine gute Stabilität erzielen. Voraussetzung sind gute Weichteilverhältnisse, da Platte und Schrauben viel Platz beanspruchen.

Das Gleiche gilt für vorgebogene, selbstspannende 4-Lochplatten mit Mondprofil nach MITTELMAIER[9]. Diese seitlich anzulegende Platte erwies sich bei Untersuchungen zur Druck -und Biegestabilität von Fingergelenksarthrodesen als besonders widerstandsfähig auf Biegebelastung.

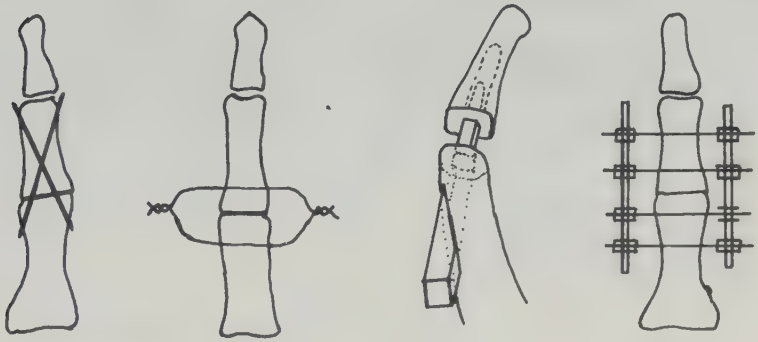
NIGST und PFEIFFER[12] stellten 1970 die Schraubenarthrodese vor. Durch Verwendung einer längs eingebrachten Spongiosaschraube wurde eine so gute Stabilität erreicht, daß auf eine Gipsbehandlung verzichtet werden konnte. SEGMÜLLER[19] beschrieb die gleiche Technik, benutzte jedoch nicht die Spongiosaschraube, sondern die Corticalisschrauben von 3,5 oder 2,7 mm Durchmesser. Die Schraubengröße richtete sich nach der Weite des Markraumes, da es erforderlich ist, daß das Gewinde gut in der Corticalis Halt findet. Die Schraube soll daher die engste Stelle des Markraumes überwinden. Nur bei sehr weitem Markraum wurde die Spongiosaschraube verwendet. Von 63 nach dieser Methode durchgeführten Arthrodesen wurden 61 fest. Die 2 Pseudarthrosen konsolidierten nach einer Reoperation.

Gute Resultate sind ebenfalls mit der Zuggurtungsarthrodese zu erreichen (SEGMÜLLER[18]). Die in gewünschtem Winkel aufeinander gestellten Knochenflächen werden zunächst durch zwei parallele Kirschnerdrähte fixiert, wodurch Rotationsstabilität erreicht wird. Eine dorsale Drahtschlinge als Achtertour komprimiert die Resektionsflächen und neutralisiert die Biegekräfte der Beugesehne.

Diese Vielzahl der vorhandenen Methoden deutet an, daß bisher von keiner Technik alle Voraussetzungen erfüllt werden, die MOBERG forderte:

Einfache Technik
Hinreichende Stabilität und
Schnelle knöcherne Durchbauung der Arthrodese.

Zusammenfassung der verschiedenen Methoden einer Fingergelenksarthrodese.



a b c d

a: Kirschnerdrahtarthrodese

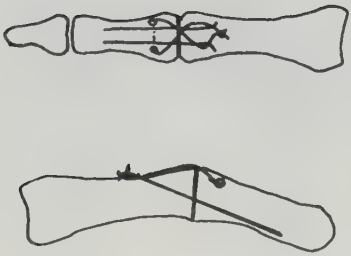
b: Kirschnerdrähte als Fixateur externe (ROSSAK)

c: Knochenspanarthrodese (nach MOBERG)

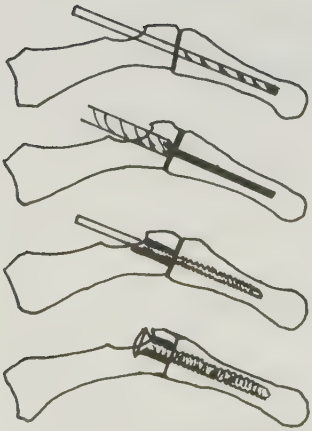
d: Fixateur externe (nach STELLBRINK)

e: Zuggurtungsplatte

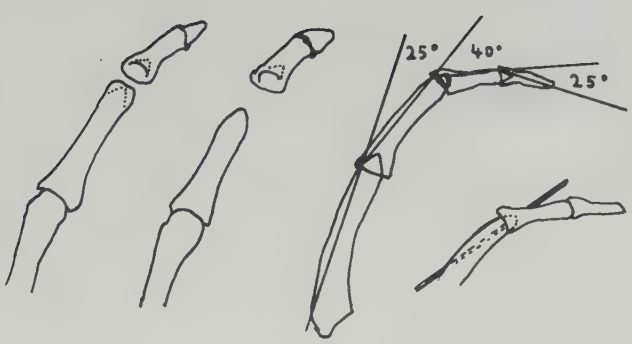
f: seitliche Platte mit Mondsichelprofil (nach MITTELMAIER)



g: Zuggurtungsarthrodese
(nach SEGMÜLLER)



h: Zugschraubenarthrodese
(nach SEGMÜLLER)



i: Einbolzungsarthrodese (nach CARROLL)

3. SPEZIELLER TEIL

3.1. Eigene Untersuchungen

3.1.1. Patientengut

Im Zeitraum von 1972 bis zum Mai 1977 wurden 356 Arthrodesen der Fingermittel- und Endgelenke durchgeführt. In dieser Zahl sind Arthrodesen des Daumengrundgelenkes, sowie vereinzelte Arthrodesen von Langfingergrundgelenken nicht enthalten. Außerdem wurde die rein provisorische Fixation mit einzelnen Kirschnerdrähten, die nur vorübergehend eine Stellung halten sollte, nicht berücksichtigt. (Z.B. nach Replantationen oder ausgedehnten Trümmerfrakturen). Diese Arthrodesen wurden bei insgesamt 257 Patienten vorgenommen. Bei 183 Patienten wurde jeweils ein Gelenk versteift, bei 57 Patienten 2 Gelenke, bei 13 Patienten 3 Gelenke, bei 2 Patienten 4 Gelenke, bei einem Patient 5 Gelenke und bei ebenfalls einem Patient 7 Gelenke.

3.1.2. Verteilung auf die verschiedenen Gelenke:

Daumenendgelenke	45
Langfingerendgelenke	131
Langfingermittelgelenke	180

3.1.3. Verteilung auf die verschiedenen Op. Techniken

	DIP + IP	PIP
Gekreuzte Kirschnerdrähte	14	13
Schraubenarthrodesen	134	125
Zuggurtungen	17	32
Einbolzungen	7	3
Entknorpelung und Kirschnerdrähte	4	7

3.1.4. Zeitpunkt der Arthrodesen

	Prim. Arthrod.	Sek. Arthrod.
Kirschnerdrähte	20	7
Zugschrauben	72	187
Einbolzung	8	2
Entknorpelung	10	1
Zuggurtung	21	28

3.1.5. Indikationen zur Arthrodese

Kn	DIP + IP	PIP
Knochen- und Bandverletzungen	93	118
Beugesehnenverletzungen	58	32
Strecksehnenverletzungen	16	7
Gelenkinfektionen	16	10
Nervenlähmungen	1	5
Rheuma	2	8

Bei einer großen Zahl von Patienten bestanden multiple Verletzungen an der Hand und die Arthrodese an einem Fingergelenk stellte nur einen zusätzlichen Eingriff dar. Zusätzlich wurden Amputationen anderer Finger, Sehnen- und Nerventransplantationen, Hautplastiken usw. durchgeführt. Bei 124 Patienten bestanden isolierte Verletzungen der Gelenke oder der sie bewegenden Sehnen. Die meisten Verletzten wurden wegen eines Arbeitsunfalls behandelt (180 Patienten). 65 Patienten hatten einen nicht berufsgenossenschaftlich versicherten Unfall und 12 wurden wegen einer nicht unfallbedingten Erkrankung operiert.

3.1.6. Spezielle Indikationsstellung

Frische Verletzungen:

Die Operationstechnik hängt weitgehend von der Art und vom Ausmaß der Verletzung ab. Primäre Schraubenarthrodesen wurden vorgenommen, wenn durch die aufwendigere Technik die Operationszeit nicht unvertretbar verlängert wurde und wenn eine gute Weichteildeckung zu erreichen war. Kirschnerdrahtarthrodesen wurden durchgeführt, wenn bei multiplen Verletzungen, vor allem bei Quetschungen, Explosionsverletzungen und Ablederungsverletzungen die Operationszeit verkürzt werden sollte oder wenn Weichteil- oder Knochendefekte bestanden.

In Einzelfällen kamen Einbolzungen und Entknorpelungen zur Anwendung und ab 1976 anstelle der Kirschnerdrahtfixation öfters die Zuggurtung.

Sekundäre Versorgung

Bei der sekundären Versorung ist in der Regel die Schraubenarthrodese angestrebt worden, die wir ab 1976 teilweise durch die Zuggurtung ersetzten. Sonst nahmen wir Kirschnerdrahtstabilisierungen nur vor, wenn die Knochen stark osteoporotisch waren oder wenn gleichzeitig Spongiosa verpflanzt wurde. Kirschnerdrähte kamen außerdem bei infizierten Gelenken zur Anwendung.

3.1.7. Spezielle Operationstechnik

Bei der Kirschnerdrahtosteosynthese wurden die Gelenkflächen im gewünschten Winkel plan reseziert. Eine Arthrodesenzange fixierte anschließend die aufeinandergepreßten Fingerglieder und die Kirschnerdrähte, über Kreuz eingebohrt, hielten die Stellung, wobei die Kreuzungsstellen nicht in Höhe des Arthrodesespaltes lagen.

Die Zuggurtungsarthrodese erfolgte ebenfalls nach planer Gelenkresektion. Zwei Kirschnerdrähte mußten anschließend parallel von proximal eingebohrt werden, so daß eine Drahtcerclage, die einmal durch ein queres Loch im distalen Glied lief und dann die Kirschnerdrähte umschlang, den Arthrodesespalt beim Anspannen unter Druck setzte.

Bei der Schraubenarthrodese kam die Operationstechnik, wie sie von PFEIFFER, NIGST[12] und SEGMÜLLER[18] beschrieben wurde, zur Anwendung. Die Resektion der Gelenkflächen mit der Säge oder dem Meißel erfolgt in der gleichen Weise. Mit Bohrer und Fräse bereitet man anschließend im proximalen Glied dorsal ein Loch, das dann zu einer Rinne erweitert wird. Nach dem Bohren des Gleitloches muß die Schraube im proximalen Glied frei durchgleiten können. Es folgt die Aufbereitung des Schraubenkanals im distalen Glied und das Schneiden des Gewindes. Eine präoperative Festlegung der Lage des Schraubenkopfes mit Hilfe von Röntgenpausen, wie von SEGMÜLLER beschrieben, erfolgte nicht. Folgende Schraubentypen kamen zur Anwendung:
1972 die kleine Spongiosaschraube der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (34 Mal)
1973 - 1977 die 3,5 mm und die 2,7 mm Schraube der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese. Die 2 mm - Schraube mußte 12 Mal bei Endgelenken verwendet werden.

3.1.8. Nachbehandlung

Für die Zeit der Wundheilung erhielten die Patienten eine volare Gipsschiene angelegt. Bei ausgebrochenen Knochenstücken und Instabilität blieb der Gipsverband in der Regel für sechs Wochen. Vielfach mußte jedoch wegen zusätzlicher Eingriffe, z.B. Sehnen und Nervenoperationen, von diesen Regeln abgewichen werden. Röntgenkontrollen erfolgten postoperativ und in der Regel nach 4 Wochen, sowie anschließend in Abständen von 3 - 4 Wochen, bis die Konsolidierung eingetreten war.

3.1.9. Methode der Auswertung

Für jeden Patienten wurden aus der Krankenakte alle Angaben über Unfallhergang, Art der Verletzung, Art der Vorbehandlung sowie über den weiteren Verlauf entnommen. In den Op-berichten befanden sich genaue Angaben über die Operationstechnik, über das verwendete Osteosynthesematerial, über den Winkel, in dem ein Gelenk versteift wurde, sowie über die intraoperativen Schwierigkeiten und Komplikationen, wie z.B. Einbruch der dorsalen Knochenbrüche, außergewöhnliche Osteporose, falsch resezierte Gelenkwinkel, Metallfehllagen und andere. 250 Arthrodesen konnten postoperativ in unserer Ambulanz bis zur Konsolidierung überwacht werden. Bei den anderen Patienten sind Röntgenbilder weiterbehandelnder Kollegen beurteilt worden. Bei 162 Patienten (235 Arthrodesen) konnten ausführliche Nachuntersuchungen anläßlich von Begutachtungen vorgenommen werden und bei 31 Patienten erfolgte die Nachuntersuchung anläßlich der Metallentfernung.

3.2. EIGENE ERGEBNISSE UND AUSWERTUNGEN

3.2.1. Knöcherne Durchbauung der Arthrodese

Das wichtigste Kriterium für den Erfolg der angewandten Arthrodesetechnik ist die frühzeitige knöcherne Überbrückung der aneinandergefügten Knochen.

Von den in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen durchgeführten 356 Fingergelenksarthrodesen sind nach der ersten Operation 17 nicht fest geworden. Dabei handelte es sich 8 Mal um primäre Arthrodesen am Unfalltag und 9 Mal um sekundär durchgeführte Versteifungen.

Zahl der nichtfestgewordenen Arthrodesen nach Versteifungsoperation:

	IP + DIP		PIP	
	prim. A.	sek.A.	prim.A.	sek.A.
gekr. Kirschnerdrähte	2	-	2	-
Zugschrauben	1	3	1	4
Zuggurtung	-	-	2	2

Dabei ist bei den 131 prim.Arthrodesen die knöcherne Überbrückung relativ häufiger (6,1%) ausgeblieben als bei den 225 sekundär ausgeführten Operationen (4,0%). Das ist vor allem eine Folge der ungünstigen Weichteilverhältnisse. Es kam bei 2 primären Kirschnerdrahtarthrodesen eines DIP sowie bei 2 Zuggurtungen eines PIP zu Hautnekrosen mit freiliegenden Drähten. Daher mußten 2 Finger im Endgelenk und 1 Finger im Grundgelenk amputiert werden. Bei 4 anderen Patienten führte eine Reoperation jeweils zum Erfolg, während 1 Patient trotz guter Voraussetzungen für eine zweite Operation die Amputation des Fingers wünschte.

Wegen der günstigeren Weichteilverhältnisse waren die Ergebnisse bei den sekundär durchgeführten Arthrodesen deutlich besser. Von 225 Gelenken wurden 216 fest (96%). Nicht zur knöchernen Durchbauung kam es bei 7 Schraubenarthrodesen.

6 dieser Patienten konnten nachoperiert werden. Daraufhin wurden die Arthrodesen im Verlauf von 6 - 8 Wochen fest. Als Operationstechnik wurde wiederum die Verschraubung gewählt, bei 3 Fällen in Kombinationen mit einer Spongiosaanlagerung. 1 Patient dagegen wünschte die Amputation des Fingers.

Von den 32 Zuggurtungsarthrodesen blieb bei zweien die Heilung aus. Es handelte sich hierbei um Arthrodesen nach Gelenkinfektion und es kam postoperativ zur Fistelbildung. Daraufhin wurde in 1 Gelenk später ein Spongiosablock interponiert, bei dem anderen wurde der Mark-

raum eröffnet und ausgemuldet. Daraufhin kam es zu einer komplikationslosen Wundheilung und zur knöchernen Durchbauung.

3.2.2. Ursachen für die Pseudarthrosenbildung

3.2.2.1. Distale Interphalangealgelenke

Patient W: Es wurde kein ausreichender Druck erzeugt. Der Arthrodesenspalt war auf den postoperativen Röntgenaufnahmen noch deutlich sichtbar. Nach 3 Monaten wurde die Schraube entfernt und durch eine längere ersetzt, die kräftig angezogen wurde. Innerhalb von 8 Wochen war die Arthrodese fest (Fall 1).

Patient G: Bei der ersten Operation kam es zum Ausbruch der dorsalen Knochenbrücke. Daher mußte das Gelenk durch Kirschnerdrähte stabilisiert werden. Weil keine Anzeichen für Konsolidierung bestanden, war nach 2 Monaten eine Rearthrodese mit Kirschnerdrähten und Spongiosaplastik erforderlich (Fall 2).

Patient F: Die Operation verlief komplikationslos und die Schraube lag in richtiger Position. Bei der Nachbehandlung auswärts versuchte man, das "von Versteifung bedrohte Gelenk zu mobilisieren". Wegen deshalb ausgebliebener Heilung wurde mit einer längeren Schraube und zusätzlicher Anlagerung von Spongiosa das Gelenk erneut unter Druck gesetzt. Nach 7 Wochen war das Gelenk überbrückt (Fall 3).

Patient R: Bei der primären Schraubenarthrodese wählte der Operateur den Resektionswinkel der Gelenkflächen falsch, so daß keine gute Adaptation erreicht wurde. Die knöcherne Durchbauung trat erst nach erneuter Verschraubung mit Nachresektion ein (Fall 4).

3.2.2.2. Proximale Interphalangealgelenke

Patient W: Intraoperativ wurde im Mittelglied ein falscher Schraubenkanal gebohrt, so daß die Schraube auf der Beugeseite des Mittelgliedes hervortrat. Dadurch kam es zu keiner guten Adaptation der Resektionsflächen. Nach einer Reoperation konsolidierte auch diese Arthrodese.

Patient F: Intraoperativ bei Verwendung einer 3,5 mm Schraube kam es zum Ausbruch der dorsalen knöchernen Brücke. Die Schraube blieb zunächst im Knochen, da noch eine ausreichende Adaptation vorhanden zu sein schien. Die knöcherne Heilung trat jedoch nicht ein. Nach Reoperation mit Spongiosaplastik und Kirschnerdrahtstabilisierung kam es zur Ausheilung.

Patient M: Es wurde eine zu kurze Naviculareschraube verwendet und keine gute Adaptation der Resektionsflächen erreicht. Auch hier führte die Rearthrodese mit anderer Schraube zur Durchbauung (Fall 5).

Patient S: Die Gelenkflächenresektion erfolgte nicht im richtigen Winkel, während das Schraubenloch richtig gebohrt war. Dadurch kam es nach Anziehen der Schraube nur im volaren Anteil zum knöchernen Kontakt, während dorsal eine breite Knochenlücke bestand. Eine Rearthrodese mit Nachresektion führte zum Erfolg (Fall 6).

Patient D: Durch die Wahl einer zu kurzen Schraube bei der primären Versorgung am Unfalltag ließ sich keine gute Kompression erzielen. Die Rearthrodese mit längerer Schraube führte zum Erfolg.

Patient A: Nach einer Gelenkinfektion führten wir eine Zuggurtungsarthrodese durch. Es kam zum Wiederaufflackern der Infektion und zur Pseudarthrose. Nach Ausräumung und Spongiosaplastik kam es zur Heilung.

Patient S: Ebenfalls nach septischer Zuggurtungsarthrodese bildete sich eine Fistel und Pseudarthrose. Nach der Metallentfernung und Fistelrevision heilte die Fistel ab und die Arthrodese war nach 6-wöchiger Gipsbehandlung fest.

3.2.3. Infektionen

Eine Infektion trat bei einer Schraubenarthrodese nur einmal an einem DIP - Gelenk auf. Die Schraube wurde belassen und erst nach der Konsolidierung entfernt. 2 Zuggurtungsarthrodesen nach vorausgehender Infektion heilten, wie schon beschrieben, nicht komplikationslos, sondern es bildete sich eine Fistel. Sie wurden jedoch nach dem Abklingen der Entzündungserscheinungen und einer erneuten Operation fest.

Bei den übrigen 14 Gelenken, bei denen präoperativ eine Infektion bestanden hatte und von denen 11 mit Schrauben versorgt wurden, kam es nicht zum Wiederaufflackern der Infektion.

3.2.4. Weichteilschäden

Neben den Hautnekrosen bei 3 nicht konsolidierten primären Kirschnerdrahtarthrodesen kam es noch 3 Mal bei DIP - Schraubenarthrodesen und 2 Mal bei PIP - Schraubenarthrodesen zu Weichteilnekrosen. Die Hautdefekte ließen sich sekundär mit Verschiebelappen decken und die Arthrodesen waren nach 8 Wochen fest. Nach postoperativer stärkerer Schwellung kam es bei 1 DIP - Schraubenarthrodese zu einer Wunddehiszenz. Daher mußte nach 3 Wochen die Schraube entfernt werden.

3.2.5. Knochenausbrüche

Als häufigste intraoperative Komplikation brach beim Einführen oder Anziehen der Schraube die dorsale Knochenbrücke ab. Das geschah 10 Mal am Endgelenk und 7 Mal am Mittelgelenk. Trotzdem kam es nach diesen Knochenausbrüchen nur 2 Mal nicht zur knöchernen Heilung. Die Schraube wurde 12 Mal ohne weitere Stabilisierung belassen, während in 5 Fällen Kirschnerdrähte zusätzlich eingebohrt wurden. Außerdem ist bei 6 Patienten Spongiosa angelagert worden. Diese Knochenausbrüche machten jedoch eine Ruhigstellung auf einer Gipsschiene für durchschnittlich 6 Wochen erforderlich. Eine der Ursachen für diese Knochenausbrüche war stark osteoporotischer Knochen. Nach abgelaufener Infektion oder nach langer Ruhigstellung ist der Knochen oft so morsch, daß eine Schraube nicht hält. Eine weitere Ursache für das Ausbrechen des Knochens ist eine zu schmal und zu kurz angelegte knöcherne Rinne auf der Dorsalseite des proximalen Gliedes. Wird der Knochen nicht genügend aufgeweitet, so ist für den Schraubenkopf nicht genügend Platz zum Gleiten, die Schraube wird angehoben und dabei die Knochenbrücke abgebrochen.

3.2.6. Schraubengröße

Bei der Verschraubung soll das Gewinde der Schraube den engsten Teil des Markraumes überwinden und dabei guten Kontakt mit der Corticalis haben. Daher muß einerseits die richtige Stärke der Schraube gewählt werden und andererseits soll sie lang genug sein. An den Mittelgelenken wurde daher in der Regel wie auch an den Endgelenken des Daumens die 3,5 mm - Schraube verwendet. Für die Endgelenke der Langfinger wurden 2,7 mm - Schrauben benutzt und nur bei sehr grazilen Knochen war die 2,0 mm - Schraube erforderlich.

11 Mal verwandte der Operateur eine zu kleine Schraube. Bei 3 dieser Gelenke kam es aus diesem Grund zur Pseudarthrose.

3.2.7. Resektionswinkel

Die Gelenkflächen müssen im erforderlichen Winkel plan reseziert werden. In Abhängigkeit von diesem gewünschten Winkel der Arthrodese muß der Knochenkanal an der Dorsalseite des proximalen Gliedes gefräst werden. Andernfalls kommt es zu keiner Kompression, sondern im Gegenteil zum Sperren der Schraube. Wenn z.B. die Schraube sehr flach liegt bei relativ weit reseziertem starken Gelenkwinkel, kommt es zum Klaffen an der Beugeseite.

Bei 3 Pseudarthrosen war die Ursache eine fehlende gute Adaptation der Resektionsflächen. Fehler bis zu 10 Grad konnten durch festes Anziehen der Schraube kompensiert werden. In den anderen Fällen war eine Nachresektion erforderlich.

3.2.8. Zeitdauer bis zur knöchernen Überbrückung

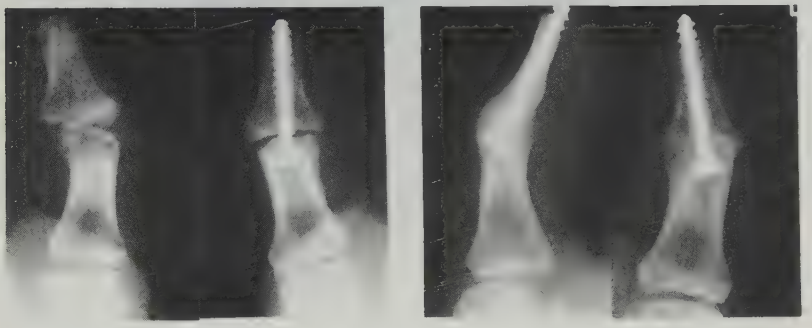
Im wesentlichen war die Zeit bis zur knöchernen Konsolidierung bei den verschiedenen Techniken gleich. Sie betrug im Durchschnitt 6 Wochen. Bei den Schraubenarthrodesen betrug die Durchschnittszeit 7 Wochen, bedingt durch die hohe Anzahl von intraoperativen Komplikationen (Knochenausbrüche, Metallfehllagen). 5 Arthrodesen benötigten nämlich 9 Wochen bis zum Durchbau und bei weiteren 5 Gelenken dauerte es 10 Wochen. Bei 4 Fällen war die Durchbauung erst nach 15 Wochen eingetreten.

Zuggurtungsarthrodesen waren dagegen nach 6 - 7 Wochen durchbaut und belastungsfähig.

Bei exakter Operationstechnik ist es allerdings schwierig, den Zeitpunkt der Konsolidierung genau anzugeben, da die aufeinandergepreßten Flächen ohne Kallusbildung heilen. Eine vollständige Verschmelzung der beiden Knochen tritt im Röntgenbild oft erst nach Monaten auf. Ein wesentliches Kriterium der Beurteilung ist daher der klinische Befund und hier vor allem die schmerzlose Belastbarkeit, worauf auch schon MOBERG[10)] in seiner Arbeit hinweist.

3.2.9. KASUISTIK TYPISCHER FÄLLE - DARSTELLUNG AN HAND VON RÖNTGENBILDERN

Fall 1: Patient W.



a Abb. 1 b

a: 3 Monate nach der Verschraubung. Es wurde kein ausreichender Druck erzeugt.

b: Rearthrodese. Knöcherne Durchbauung nach 8 Wochen.

Fall 2: Patient G.

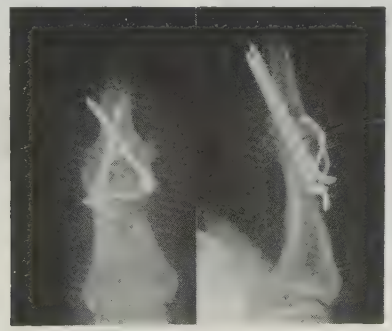


Abb. 2

Ausbruch der dorsalen Knochenbrücke. Daraufhin Stabilisierung mit Kirschnerdrähten und Cerclage. Keine Durchbauung. Anschließend erneute Operation mit Spongiosaplastik. Fest nach 10 Wochen.

Fall 3: Patient F.

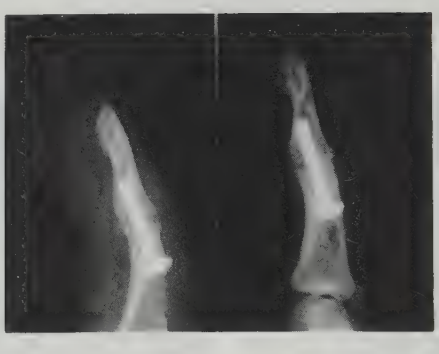
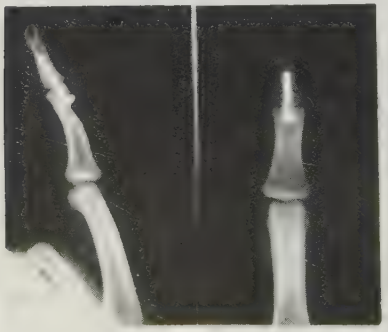


Abb. 3

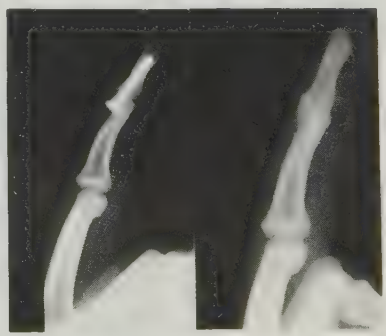
Die Schraube ist etwas zu kurz. "Mobilisierung" der Arthrodese. Reoperation mit Spongiosaanlagerung führt zur Ausheilung.

Fall 4: Patient R.



a

Abb. 4



b

a: Primäre Arthrodese. Keine exakte Resektion der Gelenkflächen. Fehlende knöcherne Durchbauung.

b: Reoperation mit Nachresektion der Gelenkflächen und Verwendung einer größeren Schraube.

Fall 5: Patient M.

Abb. 5

Verwendung einer zu kurzen Naviculareschraube und schlechter Kontakt der Resektionsflächen. Die Rearthrodese mit anderer Schraube führt zum Erfolg.

Fall 6: Patient S.

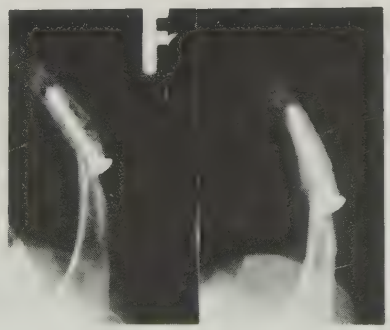


Abb. 6

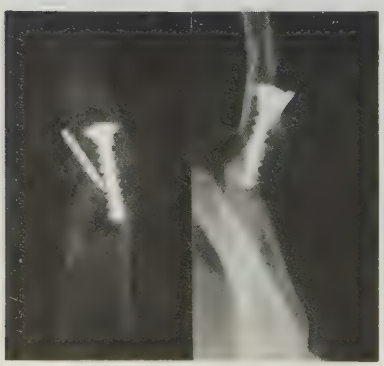
Die Gelenkflächen sind nicht richtig reseziert. Dorsal kein knöcherner Kontakt. Die Nachresektion und erneute Verschraubung führt zur Durchbauung.

Fall 7: Patient R.

Abb. 7

In anderer Klinik durchgeführte unzulängliche Schraubenarthrodese. Versteifung des Mittel- und Endgelenkes mit Zugschrauben.

Fall 8: Patient S.



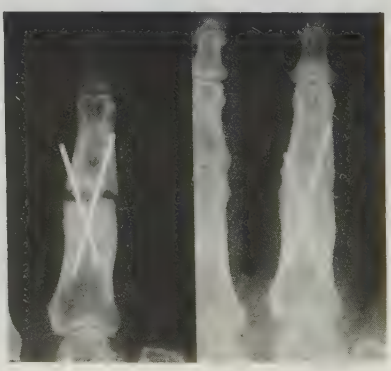
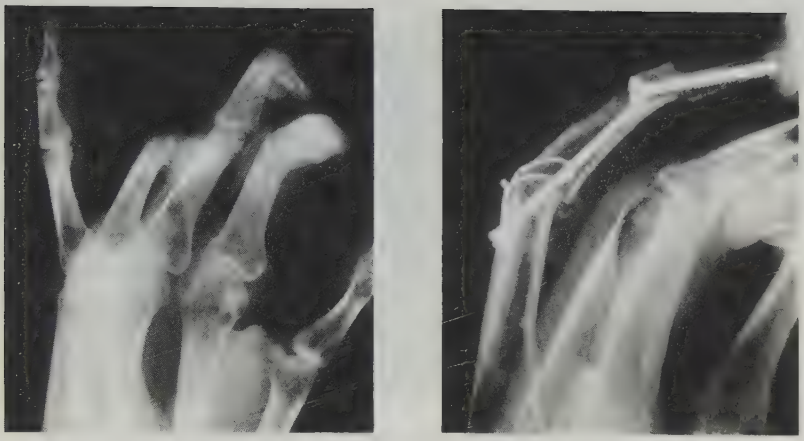


Abb. 8

Versuch einer Arthrodese in anderer Klinik. Wegen der Knochendefekte war eine Schraubenarthrodese nicht möglich. Daher Versteifung mit Knochenspan und Kirschnerdrähten.

Fall 9: Patient M.



a Abb. 9 b

a: Kreissägenverletzung mit Beugesehnen- und Nervendurchtrennung.

b: Versteifung mit Zugschraube und Zuggurtung. Knöcherne Durchbauung nach 6 Wochen.

Fall 10: Patient K.

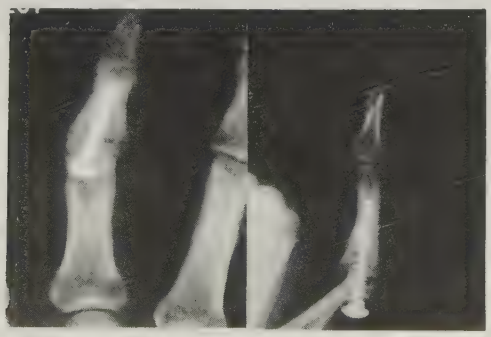
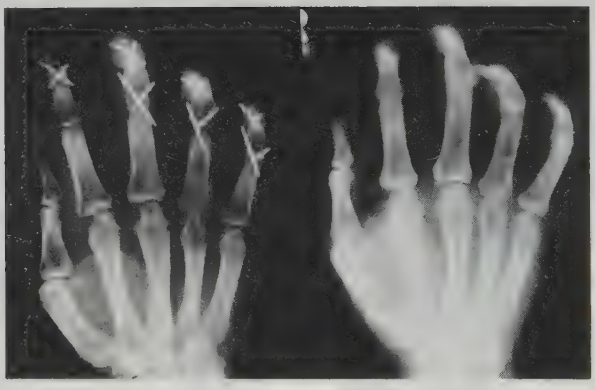


Abb. 10

Bei der Erstoperation wurde die Schraube nicht fest angezogen. Nach 6 Wochen Nachziehen der Schraube. Daraufhin Konsolidierung.

Fall 11: Patient Y.



a Abb. 11 b

a: Fräsverletzung mit Verlust der Weichteile und Strecksehnen, Eröffnung der Mittel- und Endgelenke der Langfinger. Entknorpelung der Gelenkflächen und Stabilisierung mit gekreuzten Kirschnerdrähten.

b: Nach 16 Wochen Entfernung der Kirschnerdrähte. Die Gelenke sind knöchern fest überbrückt.

4. DISKUSSION

Übereinstimmend wird in der Literatur die Rate der knöchernen Überbrückung bei Fingergelenksarthrodesen mit etwa 96 % angegeben. CARROLL[4] hatte bei 635 Arthrodesen eine Pseudarthrosenrate von 5 %, bei Ausschluß von Spastikern nur 2 %. Als Technik wandte er die Einbolzung mit zusätzlicher Fixation durch einen Kirschnerdraht an und stellte postoperativ außerdem durch einen Gipsverband ruhig. MOBERG[10] benutzte verschiedene Techniken. Die schnellste knöcherne Heilung und die geringsten Komplikationen hatte bei ihm die Methode der Knochenspanbolzung bei Ruhigstellung im Gipsverband für 4 - 6 Wochen.

VAINIO und GRANOWITZ[6] dagegen verzichteten auf Knochenspäne. Sie berichten über 122 Fingergelenksarthrodesen bei Rheumatikern, die alleine durch Kirschnerdrähte ruhiggestellt wurden. Sie vermieden eine Ruhigstellung im Gipsverband und erreichten eine knöcherne Durchbauung bei 93,5 % der Fälle.

Günstiger sind die Ergebnisse von GSCHWEND[7]. Bei seinen Patienten, bei denen es sich ebenfalls nur um Rheumatiker handelte, traten Pseudarthrosen nur in 2,2 % der Fälle auf. Im allgemeinen bevorzugte er die Schraubenarthrodese, wie sie SEGMÜLLER und SCHOENENBERGER[17] eingehend beschrieben haben. SEGMÜLLER[17] gibt die Zahl der Pseudarthrosen mit 3,3 % nach dem ersten Eingriff an. Nach seiner Meinung ist die Schraubenarthrodese bei Rheumatikern und bei erheblicher Osteoporose nur in wenigen Fällen geeignet. Er wendet dabei vermehrt die Zuggurtungsarthrodese an, die bei primärer Stabilität ausnahmslos gute Resultate gibt. Die anderen Methoden der Arthrodese, wie äußere Spanner und seitliche oder dorsale Platten werden relativ selten angewandt. Größere Fallzahlen sind nicht veröffentlicht worden.

Von den 356 Arthrodesen, die von 1972 bis Mai 1977 in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen durchgeführt wurden, sind

17 nach der ersten Operation nicht fest geworden (4,7 %). Die Mehrzahl der Versteifungen wurde mit Hilfe von Schrauben durchgeführt. Von diesen 259 Schraubenarthrodesen sind 9 nach der ersten Operation nicht knöchern konsolidiert (3,5 %). Die anderen Methoden wurden nur relativ selten benutzt, so die Kirschnerdrahtstabilisierung 27 Mal, die Zuggurtung mit Kirschnerdrähten 49 Mal, Einbolzungen 10 Mal und die Entknorpelung mit Kirschnerdrahtstabilisierung 11 Mal. Dabei wurden 8 dieser 97 Arthrodesen nicht fest. Allerdings muß berücksichtigt werden, daß es sich hierbei bereits um ein selektioniertes Krankengut handelt. Nur bei ungünstigen Weichteil- und Knochenverhältnissen werden diese Arthrodesetechniken benutzt, so daß ein Vergleich der Ergebnisse nicht gerechtfertigt ist.

Bei den Schraubenarthrodesen ist der wesentliche, das Operationsergebnis in Frage stellende Fehler eine unzureichende Osteosynthese. Bei allen Pseudarthrosenbildungen waren für die fehlende knöcherne Uberbrückung Fehler in der Technik ausschlaggebend. Dabei standen im Vordergrund die Wahl einer zu kurzen oder zu dünnen Schraube, die ungenaue Resektion der Gelenkflächen und ungenügendes Anziehen der Schraube. Sehr oft, nämlich 17 Mal, brach intraoperativ die dorsale Knochenbrücke aus. Daß es dabei nur 2 Mal zur Pseudarthrose kam, liegt an der längeren postoperativen Ruhigstellung im Gips, eine Behandlung, die eigentlich vermieden werden sollte.

Daher ist SEGMÜLLER zuzustimmen, wenn er bei Osteoporose und bei Rheumatikern besondere Vorsicht empfiehlt. Ursache für das Ausbrechen der dorsalen Knochenbrücke ist häufig eine zu kurz und zu schmal angelegte Knochenrinne an der Dorsalseite des proximalen Gliedes, die beim Eindrehen der Schraube dem Schraubenkopf nicht erlaubt, frei in seine Endposition zu gleiten. Bei festem Knochen ist auf diese Art eine sehr gute Kompression zu erzielen. Die Schraube wird allerdings nicht auf Zug, sondern auf Biegung beansprucht. Daher soll einerseits der Schraubenkopf auf der Corticalis gut abgestützt sein SEGMÜLLER[17)], andererseits sollte aber auch das Gewinde der

Schraube sich am volaren Corticalisrand der proximalen Resektionsfläche abstützen können. GSCHWEND[7] empfiehlt daher wie auch REILL[14], die für die Beugestellung notwendige schräge Resektionsfläche nicht ausschließlich am Mittelgliedköpfchen bzw. am Grundgliedköpfchen anzubringen, da man sonst sehr leicht in den Bereich des säbelscheidenartig verengten Markraumes gelangt. Die Basis der Mittel- bzw. der Endphalanx mit ihrem kräftigen spongiösen Massiv ist für eine schräge Abtragung sehr geeignet und die Kontaktfläche wird dadurch vergrößert. Aus diesem Grund ist HORT[9] nicht zuzustimmen, der die Resektion im distalen Glied immer senkrecht zum Schaft legt.

Andere Komplikationen spielten nur eine geringe Rolle. Es trat bei den Schraubenarthrodesen nur ein Mal eine Infektion auf, die sich jedoch gut beherrschen ließ. Selbst bei den 11 Gelenken, die primär infiziert waren, flackerte die Infektion nicht wieder auf. Ein ausgeheiltes Panaritium articulare ist daher keine Kontraindikation für eine Schraubenarthrodese. Wichtiger sind dagegen die Weichteilverhältnisse. Bei derben Narben an der Streckseite der Finger und bei primärer Versorgung von Quetschverletzungen ist Vorsicht geboten.

Aus unseren Untersuchungen lassen sich also folgende Schlußfolgerungen ziehen:
Die Osteosynthese der Fingergelenke durch Schrauben ist eine gute Methode, um eine sichere und schnelle knöcherne Überbrückung zu erreichen. Es wird vor allem eine Stabilität erreicht, die es erlaubt, auf eine postoperative Gipsruhigstellung zu verzichten. Ebenso ist die knöcherne Heilung in der Regel nach 6 Wochen erreicht. Die dritte Forderung MOBERG's, daß die Technik einfach sei, wird jedoch nicht ganz erfüllt. Im Gegensatz zur einfachen Stabilisierung mit Kirschnerdrähten sind einige Komplikationen möglich, wie der typische Ausbruch der dorsalen Knochenbrücke, der oft ein Ausweichen auf eine andere Technik erforderlich macht. Ebenso muß auf die richtige Größe der Schraube und ihre Lage im Knochen geachtet werden. Mißerfolge bei der Schraubenarthrodese sind fast immer auf eine mangelhafte Technik

oder eine falsche Indikationsstellung zurückzuführen. Die Zugschraubenarthrodese der Fingergelenke ist daher eine relativ anspruchsvolle Technik, die nicht von einem Anfänger in der Handchirurgie ausgeführt werden sollte.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden 356 Fingergelenksarthrodesen untersucht, die in der Zeit von 1972 - 1977 in der Handchirurgischen Abteilung der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen durchgeführt wurden. Das besondere Interesse galt dabei den 259 Schraubenarthrodesen. Es sollte untersucht werden, ob mit dieser Methode eine sichere Heilung zu erreichen ist und ob sich besondere Probleme bei der Anwendung dieser Technik ergeben. Die Untersuchungen zeigten, daß in den meisten Fällen technische Fehler für die Entstehung von Pseudarthrosen verantwortlich zu machen waren. Bei richtiger Indikationsstellung und subtiler Technik ist dagegen die Zugschraube ein ausgezeichnetes Mittel, eine stabile und frühzeitig belastbare Arthrodese zu erreichen.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung. 12. - 13. Aufl., Bd. 1, Wien Maudrich 1951

2. BOYES, J.H.: Bunnells Surgery of the Hand, p. 234 Philadelphia, J.B. Lippincott, 1964

3. CAMPBELL, D.: Experience of a Hand Surgery Service. Brit. J. plast. Surg. 9, 23 (1956)

4. CARROLL, R.E. and N.A. HILL: Small Joint Arthrodesis in Hand Reconstruction. J. Bone Jt. Surg. 51-A, 1219-1221 (1969)

5. CECH, O. und G. SEGMÜLLER: Zur Pathophysiologie der Pseudarthrose. Helv. chir. Acta, 40, 259-262 (1973)

6. GRANOWITZ, S. and VAINIO: Proximal Interphalangeal Joint-Arthrodesis in Rheumatoid Arthritis. Acta orthop. Scand. 37,301-310 (1966)

7. GSCHWEND, N.: Die operative Behandlung der chronischen Polyarthritis. Thieme (1977)

8. HEIM, U. und K.M. PFEIFFER: Periphere Osteosynthesen unter Verwendung des Kleinfragment - Instrumentariums der AO. Springer Verlag Berlin 1972

9. HORT, W.: Statische und dynamische Untersuchungen an Fingerarthrodesen. Handchirurgie 8, 13-15 (1976)

10. MOBERG, E. and B.HENDRIKSEN: Technique for Digital Arthrodesis. A Study of 150 Cases. Acta chir. scand. 118, 331-338 (1960)

11. PANNIKE, A.: Osteosynthese in der Handchirurgie. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1972

12. PFEIFFER, K.M. und H. NIGST: Schraubenarthrodese von Fingergelenken. Handchirurgie 2, 149-159 (1970)

13. PIEPER, W.P.: Fingererhaltung durch operative Gelenkversteifung in Funktionsstellung. Langenbecks Arch. klin. Chir. 299, 126 (1961)

14. REILL, P. und J. RENNÉ: Zur Indikation und Technik der Fingergelenksarthrodese an Mittel- und Endgelenken unter Verwendung der AO-Schraube. Z. Orth. 111, 475-478 (1973)

15. ROSSAK, K. und P. HOFFMANN: Zwei Kirschnerdrähte als vereinfachter Fixateur externe zur Fingergelenksarthrodese. Handchirurgie 7, 91-93 (1975)

16. SCHILDHAUER, M.: Arthrodesen der Fingergelenke und des Daumensattelgelenkes mittels Zuggurtung an gekreuzten Kirschnerdrähten. Z. Orth. 111, 482-483 (1973)

17. SEEWALD, K.: Die Arthrodese der Fingergelenke mit gekreuzten Bohrdrähten. Wien. med. Wschr. 105, 174 (1955)

18. SEGMÜLLER, G.: Operative Stabilisierung am Handskelett. Hans Huber, Bern-Stuttgart-Wien 1973

19. SEGMÜLLER, G. und F.SCHÖNENBERGER: Technik der Kompressionsarthrodese am Finger mittels Zugschraube. Handchirurgie 2, 218-221 (1970)

20. STELLBRINK, G.: Äußere Fixationsgeräte für Fingerarthrodesen. Chirurg. 40, 422-423 (1968)

21. WEBER, B.G. und O. CECH: Pseudarthrosen. Bern-Stuttgart-Wien, Huber 1973

LEBENSLAUF

Am 19. November 1940 wurde ich, Horst J a c o b y , als Sohn des Heinrich Jacoby und der Irmgard Jacoby in Hornkaten/Mecklenburg geboren. Die Reifeprüfung legte ich im Jahre 1959 in Güstrow ab und begann im Jahre 1960 in Münster mit dem Medizinstudium. Hier legte ich auch am 20. Juli 1966 die ärztliche Prüfung ab.

Anschließend war ich für zwei Jahre als Medizinalassistent in verschiedenen Kliniken tätig und erhielt 1968 die ärztliche Approbation. Mit der chirurgischen Weiterbildung begann ich an der Abteilung für Verbrennungen-, Hand- und Plastische Chirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Ludwigshafen und setzte sie 1971 im Städtischen Krankenhaus Konstanz fort. Nach der Facharztanerkennung im Jahre 1974 war ich zunächst für ein Jahr in der Chirurgischen Klinik in Friedrichshafen tätig.

Seit dem 1. Januar 1976 bin ich in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen auf der Abteilung für Hand-Chirurgie beschäftigt.